

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



**La suplementación con pulpa de café mejora la calidad de la leche
en cabras bajo condiciones de pastoreo**

Por:

IVÁN ISRAEL ROACHO MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La suplementación con pulpa de café mejora la calidad de la leche en
cabras bajo condiciones de pastoreo

Por:

IVÁN ISRAEL ROACHO MARTÍNEZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Oscar Angel García
Presidente



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Vocal



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal Suplente



MC. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La suplementación con pulpa de café mejora la calidad de la leche en
cabras bajo condiciones de pastoreo

Por:

IVÁN ISRAEL ROACHO MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Oscar Angel García

Asesor Principal



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva

Coasesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno

Coasesor



MC. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ROJAS

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022



AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de Tesis, el Dr. Oscar Ángel García por permitirme trabajar con él e incluirme en el proyecto, por asesorarme a lo largo del desarrollo de este.

A mis compañeros que cursan el posgrado por permitirme trabajar con ellos, su paciencia y los conocimientos adquiridos.

A todos los profesores que siempre estuvieron dispuestos a enseñarme, aclarar dudas en el ámbito laboral

A mis amigos que a lo largo de toda la carrera nos apoyamos incondicionalmente, de quienes hago mención: MVZ. Jorge Luis Jijón Moreno, MC. José Ángel Flores A, MC. Andrés Junior Rodríguez Sánchez, Edith Raquel García Méndez, Ana Karina Pérez Mendoza, Ever Mayorga Benítez, Juan Carlos Arteaga Diaz.

A los médicos que me permitieron desempeñarme en el campo laboral, por todo lo que me enseñaron y todos los equipos de médicos y no médicos con los que forme una gran amistad: Eduardo Olivera Cano, Alexander Martínez.

DEDICATORIA

Para mi madre MAGDA LUZ MARTINEZ BETANCE por ser un ejemplo para seguir por sus valores enseñados y por el amor mostrado para mí, así como a mí padre RIGOBERTO ROACHO CARO.

a mis abuelos Ismael Martínez Salas por ser mi segundo padre y mi modelo de como quiero ser en la vida, mi abuela Guadalupe Betance Sepúlveda que desde un lugar especial me cuida y siempre me apoya.

A mí familia que siempre creyeron en mi sabiéndome aconsejar, así como a mis amigos que desde pequeños teníamos la ambición de poder lograr y hacer cosas grandes. aportaron algo importante en mi vida y me ayudaron a lograr cosas importantes, hago menciones a JUDITH GUADALUPE RODRÍGUEZ VARELA porque fue un apoyo emocional que me ayudó a superar situaciones difíciles que se me hubieran hecho imposibles de superar si no hubiera Sido por ella. Así como a DIANA HERANDEZ RODRIGUEZ por haber sido un pilar para mi estos meses y siempre alentarme a seguir adelante además de creer en mi en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN	1
II.-REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 La caprinocultura en México.....	3
2.2 Plano nutricional en las cabras	4
2.3 Interacción nutrición reproducción	6
2.4 Composición química del café	8
2.4.1 Aprovechamiento de subproductos café en la alimentación animal.....	8
2.5 Uso del café para mejorar los parámetros productivos en rumiantes	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Localización del estudio y manejo de los animales	12
3.2 Tratamiento de los animales.....	13
3.3 Variables evaluadas.....	13
3.3.1 Peso vivo y condición corporal	13
3.3.2. Determinación de la composición de leche.	14
3.4.2 Análisis estadístico.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	18
VI. CONCLUSIÓN.....	20
VII. LITERATURA CITADA	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Valores representativos de la composición química proximal de la pulpa de café.	8
Cuadro 2 Procesamiento del grano de café y sus subproductos.....	9

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Medias (\pm EEM) del peso y condición corporal de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de Café (PCaf) o cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). MP= Medias previas al periodo de estudio, ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$ **significativo a $P = 0.01$	15
Figura 2 Medias (\pm EEM) para porcentaje de grasa, proteína y lactosa de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de café (PCaf) o cabras cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$, ** significativo a $P=0.01$	16
Figura 3 Medias (\pm EEM) para producción de leche de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de café (PCaf) o cabras cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$, ** significativo a $P=0.01$	17

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de la suplementación alimenticia de la pulpa de café (Pcaf) sobre la calidad y producción de leche en cabras bajo condiciones de pastoreo. Se utilizaron 18 cabras multirraciales con un peso vivo (PV= 46.0 ± 1.7 kg) y una condición corporal (CC= 2.3 ± 0.1 , unidades). Las cabras fueron seleccionadas bajo un diseño completamente al azar a y asignadas a uno de dos tratamientos; 1) suplementadas con 150 g de concentrado comercial más 150 g de pulpa de café (Pcaf; n= 9), y 2) suplementadas con 100 g de concentrado comercial (GC; n= 9). Las cabras fueron suplementadas por 21 días. El PV, CC así como la calidad y producción de leche se evaluó cada 7 d durante 21 d. El PV y la CC no mostró diferencia entre grupos ($P > 0.05$). El porcentaje de grasa (7.4 ± 0.1 vs 7.6 ± 0.2 ; $P > 0.05$) y lactosa (4.4 ± 0.1 vs 4.4 ± 0.1 ; $P < 0.05$) no marcaron diferencia significativa ($P > 0.05$). Caso contrario a el porcentaje de proteína que fue mayor (3.2 ± 0.1 vs 2.9 ± 0.1 ; $P < 0.05$) en el grupo Pcaf respecto con el grupo control, . Mientras que los sólidos no grasos fueron (8.2 ± 0.1 vs 7.7 ± 0.2 ; $P < 0.05$) en el Pcaf comparado con el control, respectivamente. La producción de leche no difirió entre grupos (1.0 ± 0.3 vs 1.2 ± 0.3 ; $P > 0.05$). Los resultados del presente estudio demuestran que suplementación que la pulpa café mejora el porcentaje de proteína y solidos totales en la leche de cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo. En conclusión, la pulpa de café podría ser una alternativa viable para mejorar la calidad de la leche en cabras en pastoreo.

Palabras Clave: Cabras, Grasa, Proteína, Peso Vivo, Pastoreo

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal en condiciones de pastoreo del norte de México, se genera una problemática respecto a el alimento a lo largo del año, lo anterior, limita la eficiencia productiva de los animales (Mellado *et al.* 2012). En estas zonas del país las cabras pastorean principalmente en los pastizales, y ocasionalmente en residuos de cultivos como maíz, sorgo y algodón, y además estas cabras son llevadas a diferentes sitios de pastoreo, caminando aproximadamente 5 km, debido al sobrepastoreo severo y la baja precipitación pluvial en estas áreas, la disposición de forraje natural varía en cantidad y calidad durante todo el año (Gaytán-Alemán *et al.*, 2014), lo anterior, provoca también que la producción de carne y leche, al igual que los pastos tengan una fluctuación, al mismo tiempo que existe una mayor demanda de producción, lo que repercute negativamente en la economía de los productores (Meza-Herrera *et al.*, 2012).

Por otra parte, en México debido al alza en los precios de los insumos utilizados en la alimentación del ganado caprino y en algunas ocasiones la disponibilidad de estos, afecta principalmente en las utilidades de los productores caprinos y en ocasiones ya no les resulta costeable mantener el negocio por lo que abandonan la actividad. Algunos optan por ofrecer subproductos de origen vegetal o animal de sus regiones sin tener información de los posibles beneficios o desventajas de usarlos como suplemento en la alimentación del ganado caprino (Mendoza-Correola *et al.*, 2022).

Por lo anterior, es necesario el uso de vías alternas tales como el uso de residuos de cultivos agrícolas (esquilmos), así como otras fuentes de alimentación sustentable (Kewant *et al.*, 2017). Por ejemplo, en la producción de café, se aprovecha 60% del grano y el resto es pulpa que

constituye un subproducto que se usa poco en la industria cafetalera (Rojas *et al.*, 2003). En este sentido, se conoce que la PCaf puede sustituir hasta un 20% de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin ser perjudicial y con un ahorro del 30% de concentrados (Rathinavelu y Grazios, 2005; Noriega *et al.*, 2009).

En base a resultados encontrados en ovinos, bovinos, la PCaf puede ser una alternativa viable en la alimentación animal (Nunes *et al.*, 2007; Salazar *et al.*, 2008). La introducción de ensilaje de PCaf en la dieta de algunos animales de granja podría ayudar a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo (Nunes *et al.*, 2007). Además, debido a la bondad lechera de la cabra, se puede considerar como una alternativa para disminuir las hambrunas y combatir la desnutrición en países en vías de desarrollo (Chacón-Villalobos *et al.*, 2005). Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo analizar el efecto de la suplementación del café para mejorar la calidad y producción de leche de cabras bajo condiciones de pastoreo.

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La caprinocultura en México

La crianza del ganado caprino en México, su principal mercado se basa en la producción de carne que se destina para venta y consumo, además , en la producción de leche de cabra tiene un uso tanto para consumo humano así como para derivados de la leche(quesos entre otros). En la Región de La Laguna y el Bajío, se desarrolló la industria caprina tecnificada que destina su producción, principalmente, a las industrias de lácteos y confitería (SADER, 2017).

En México la caprinocultura se centra en un ámbito familiar en un entorno rural, el cual esta caracterizada en su mayoría por un número reducido de animales en la unidad de producción, así como, instalaciones precarias, baja calidad genética, y sin asistencia técnica, la mayoría de estas producciones pertenecen a productores de escasos recursos, y además la mayoría de estos productores caprinos dependen del pastoreo en tierras comunales donde la vegetación es escasa y las condiciones del agostadero son deficientes, teniendo poca productividad y contribuyendo de manera considerable al sustento de los agricultores, por lo cual las familias emplean sus propios recursos y conocimientos para incrementar la productividad (Vázquez *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2019).

De la caprinocultura dependen una gran cantidad de familias en todo el país el cual es su principal medio de sustento familiar (Orona *et al.*, 2013; Escareño *et al.*, 2011). Debido a el incremento en la demanda de productos lácteos y cárnicos derivado de las cabras sigue en aumento la tendencia y ha sido llevada a algunas regiones para ser integrada dentro de la cadena producción-comercialización, siendo este el caso de la Comarca Lagunera en el norte de México, siendo esta el área más de mayor producción de leche caprina del país, donde participan gran cantidad de unidades productoras de leche caprina (Escareño *et al.*, 2011)

Según SIAP (2020), existe una población caprina nacional aproximada de 8, 791,894, de la cual se obtienen 163,648 miles de litros de leche y 40,001 toneladas de carne a nivel nacional, en la región Lagunera se estima una producción aproximada de 2,280 toneladas de carne y de 57,622 miles de litros de leche, respectivamente.

La población caprina se distribuye por todo el país, agrupándose mayormente; en el mosaico mixteco, el centro o el bajío y el norte (Silva *et al.*, 2019). Este sector productivo se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas que representa al 60% del país, distribuyéndose de sur a norte. Siendo los estados donde hay mayor población según sus censos: Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero, Coahuila, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán (Montemayor, 2017).

Algunas de las razas de cabras más utilizadas en México son, para obtención de leche: alpina, anglonubia, saanen, y para carne: angora, boer, toggenburg y criolla. La producción nacional de carne de canal de caprino es de más de 77 mil toneladas, y la producción de leche de más de 160 mil litros (SADER, 2017).

2.2 Plano nutricional en las cabras

La nutrición juega un papel importante en la demanda de energía, proteínas y otros nutrientes vitales para el proceso productivo y reproductivo de los animales (Gomes *et al.*, 2020). La calidad reproductiva en los caprinos puede verse alterada por diversas condiciones, como el estado nutrimental de la hembra; ocasionando un efecto negativo sobre la estacionalidad ovulatoria al favorecer la prolongación del periodo anovulatorio, o alterando otros procesos reproductivos como la gestación (Palechor, 2019; Mellado *et al.*, 2020).

En los sistemas de producción de cabras de las zonas áridas de México, el éxito depende del logro de un rendimiento reproductivo moderado, una producción láctea restringida. En estos sistemas de producción el pastoreo es el único método de cría de cabras; por lo tanto la productividad de las cabras se ve limitada por el escaso consumo de alimento y la reducción del contenido de nutrientes de los forrajes durante la estación seca, debido a lo mencionado anteriormente, las cabras cumplen sus requerimientos nutricionales principalmente por el consumo de la vegetación disponible; sin embargo, gran parte del año los forrajes no cuentan con los nutrientes suficientes para cubrir dichos requerimientos y sólo en los meses de verano los animales consumen los nutrientes necesarios para poder cubrir o exceder sus requerimientos (Quiroz *et al.*, 2015; Palechor, 2019; Maldonado *et al.*, 2017; Mellado *et al.*, 2020). De esta manera, la cabra ha creado algunos mecanismos adaptativos, tales como capacidad de caminar distancias largas, requerimientos metabólicos bajos y reducida masa corporal. Algunas adaptaciones nutricionales que presentan por mencionar algunas, son su selectividad para escoger las plantas más nutritivas así, optimizando la ingesta de nutrientes, minimizando así metabolitos secundarios, generando el rechazo de plantas menos nutritivas. De esta forma la posibilidad de una intoxicación es baja, y en algunos casos obtienen beneficios nutricionales y/o medicinales, con las plantas que seleccionan para su consumo (Zapata y Mellado, 2021).

Al ser considerada como consumidores intermedios, poseen características como: ser consumidor selectivo por excelencia, tener una actividad de trituración eficiente así como del rumen; son capaces de aprovechar dietas ricas en fibra y concentrados, debido a una ampliación considerable del aparato digestivo, pudiendo tolerar un consumo mínimo de agua, tienen una secreción considerable de saliva, cuentan con un alta superficie de absorción de gran parte del

epitelio del rumen, que protegen al animal del riesgo de acidosis. Debido a estas capacidades, tienen una alta adaptabilidad alimenticia. Cambiando su conducta alimentaria dependiendo de la disposición de recursos siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos, pudiéndose adaptarse a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Arias *et al.*, 2019).

2.3 Interacción nutrición reproducción

Se ha demostrado que los alimentos suplementarios durante la última etapa de la gestación reducen la mortalidad de los cabritos al mejorar el peso al nacer y mejorar el sistema inmunológico al tiempo que reducen la incidencia de hipotermia (Luna-Orozco *et al.*, 2015).

En efecto, los forrajes inactivos en invierno justifican la suplementación durante la época de reproducción y el período de gestación de las cabras en el norte de México, ya que ocurre habitualmente durante los largos períodos secos, y los requisitos de nutrientes para las hembras preñadas no se corresponden con los nutrientes disponibles en los pastizales. Para mejorar la industria caprina en los pastizales, las explotaciones comerciales de cabras pasaron principalmente de operaciones de recolección oportunistas a rebaños de cabras mejor administrados y una mejor nutrición de las cabras durante la estación seca (Mellado *et al.*, 2020).

Por ejemplo, el incremento de la tasa de mortalidad de los cabritos en condiciones de explotación extensiva es un tema crítico con respecto a la supervivencia de estos, es la nutrición de las madres durante la gestación. Las cabras preñadas que están desnutridas dan a luz crías con un peso reducido al nacer y tasas de mortalidad elevada, la desnutrición disminuye el desarrollo de la ubre al tiempo que baja la producción y la calidad tanto del calostro como de la leche (Luna-Orozco *et al.*, 2015).

Por otra parte, los efectos de la suplementación durante la fase lútea de las hembras con un crecimiento folicular y rangos de ovulación son mayores en las hembras suplementadas y con un doble de la dieta de mantenimiento. La condición corporal y el nivel nutricional es un punto clave en el desarrollo de la conducta sexual de los caprinos ya determinan el tiempo de exposición de los machos con las hembras, aunado a la condición corporal baja, disminuye la respuesta al efecto macho, indican que el aumento en la condición corporal y en el nivel nutricional, antes y durante el empadre, mejoran la respuesta al efecto macho y la prolificidad al final de la temporada de anestro (Monroy *et al.*, 2013).

La respuesta reproductiva en cabras suplementadas con concentrado con proteína y la energía extra disponibles tienen un mayor peso corporal tanto al comienzo de la época reproductiva y al parto (Mellado *et al.*, 2020). Estos resultados están en línea con varios autores que informaron una mayor tasa de crecimiento de cabras debido a la suplementación con concentrados el desempeño reproductivo normalmente se correlaciona con cambios en peso corporal, el bajo peso corporal suele ir acompañado de una menor fertilidad (Sahu *et al.* 2013; Haldar *et al.* 2014; Niaz *et al.* 2017), y en peores condiciones corporales se muestra una temporada de reproducción más corta y ciclos estrales más anormales (De Santiago-Miramontes *et al.* 2009).

La suplementación se realiza comúnmente con el objetivo de aumentar el rendimiento reproductivo, que consiste en suplementación externa de proteínas y / o energía. En cabra mujeres, se encuentra que la suplementación con lípidos es directamente relacionada con la tasa de ovulación, habiendo sido recomendada en diferentes momentos antes de la época reproductiva, durante época reproductiva, durante la preñez, en el pre y posparto, y puede ser estratégicamente eficaz para aumentar la energía densidad de la dieta de las hembras rumiantes (Gomes *et al.*, 2020).

2.4 Composición química del café

2.4.1 Aprovechamiento de subproductos café en la alimentación animal

La pulpa de café es el primer derivado producido que se genera en el procesamiento del grano de café, y representa, en base seca, alrededor del 29% del peso del fruto entero (Noriega *et al.*, 2009).

Cuadro 1 Valores representativos de la composición química proximal de la pulpa de café.

COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE CAFE

(%)

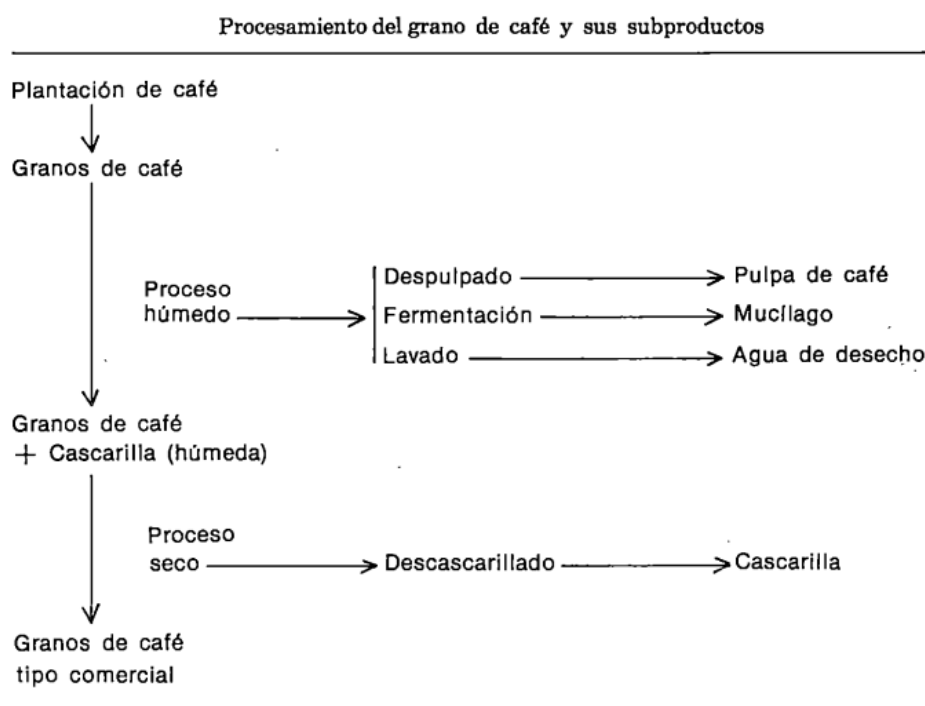
	Fresca	Deshidratada	Fermentada naturalmente y deshidratada
Humedad	76,7	12,6	7,9
Materia seca	23,3	87,4	92,1
Extracto etéreo	0,48	2,5	2,6
Fibra cruda	3,4	21,0	20,8
Proteína cruda N x 6.25	2,1	11,2	10,7
Cenizas	1,5	8,3	8,8
Extracto libre de nitrógeno	15,8	44,4	49,2

Los subproductos de café que se genera en gran escala, es la pulpa del café (39.4%), mucílago (21.6%) y cascarilla (10,4%) (Pajoy, 2017), estos subproductos por lo general son vertidos al agua y suelo, lo anterior, ocasiona su contaminación (Noriega *et al.*, 2008), debido a su complicado manejo y disposición final. Se ha abordado con éxito la posibilidad de utilizar estos residuos en alimentación animal, especialmente en rumiantes (Noriega *et al.*, 2009). La pulpa de café generalmente es la mas usada en los sistemas de alimentación, a través de su uso en silos gracias a su aceptable composición nutricional.

En este sentido, se conoce que la conservación de la pulpa a través del ensilaje es un proceso que se utiliza para lograr la descomposición y a través de la fermentación anaeróbica, la cual genera un producto que es más utilizado en la alimentación animal de los animales (Noriega *et al.*, 2009), ya que esta genera una reducción de sustancias anti nutricionales, tales como cafeína, ácido clorogénico y derivados de taninos (Noriega *et al.*, 2008).

Con el fin de identificar nuevas alternativas en la alimentación animal y debido al interés de analizar los residuos de cosecha y postcosecha del café se han realizado diversas investigaciones, en los que se llega a la conclusión de que los residuos y subproductos del café pueden usarse de diversas maneras en la alimentación animal, ofreciendo así, un manejo sostenible ambientalmente en la agroindustria de este grano (Delgado y Asencio, 2018).

Cuadro 2 Procesamiento del grano de café y sus subproductos



Uno de los beneficios que puede generar el café se encuentra la pulpa, que al ser ensilada logrando preservar sus características nutricionales, tornándola de esta manera de gran importancia para la alimentación animal (Noriega *et al.*, 2008).

2.5 Uso del café para mejorar los parámetros productivos en rumiantes

La pulpa de café es nutricionalmente semejante a un forraje tropical de buena calidad. La introducción de pulpa de café en rumiantes principalmente se realiza en forma de ensilaje o deshidratada, remplazando así alimentos balanceados comerciales, principales suplementos alimenticios en animales productores de leche. Este nivel de adhesión en la dieta puede ir en el rango del 20 al 40% del alimento balanceado o del 10 al 20% de la ración base seca, sin afectar los parámetros de producción (Delgado y Asencio *et al.*, 2018).

En la producción de leche, donde lo que se busca es minimizar los costos de producción la introducción de la pulpa de café va en un rango del 20 al 40% del alimento balanceado sin alterar los indicadores productivos, y para animales en ceba hasta un 15%. En monogástricos, se puede incluir un 30% en peces, en aves y cerdos hasta en un 15%. Por lo anterior, la incorporación de pulpa de café en la alimentación de animales es una alternativa económica, productiva y ambientalmente viable que conlleva a la sostenibilidad de la empresa pecuaria (Delgado y Asencio, 2018).

HIPÓTESIS

La suplementación con pulpa de café mejorará la calidad de la leche de cabras bajo condiciones de pastoreo.

OBJETIVO

Evaluar el impacto de la suplementación alimenticia con pulpa de café sobre la calidad y producción de la leche de cabras bajo condiciones de pastoreo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los métodos y manejo de las unidades experimentales utilizadas en este estudio fueron en estricto acuerdo con los lineamientos para el uso ético, cuidado y bienestar de animales en investigación a nivel internacional (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002), con número de referencia de aprobación institucional **UAAAN-UL/38111-425501002-2706**.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO Y MANEJO DE LOS ANIMALES

El experimento se realizó en Cd. Juárez, Mpio de Lerdo, Durango que se encuentra localizada en las coordenadas geográficas 25°29'43"N y 103°35'42"O. El área de estudio se encuentra a una altitud 1155 msnm, con una precipitación media anual de 230 mm y con temperatura promedio de 24 °C, máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero (CONAGUA, 2015). El estudio se realizó en los meses de septiembre y octubre, correspondiente a la época reproductiva.

Se utilizaron 20 cabras multirraciales, las cuales, se encontraban en producción lechera, y fueron divididas en 2 grupos (n=10 c/u) con un peso vivo (52.6±2.0 kg) y una condición corporal de 2.3 ± 0.3, unidades (escala de 1 al 5), estas cabras fueron pastoreadas de 10:00 am a 18:00 pm primeramente en los pastizales, y ocasionalmente en residuos de cultivos como maíz, sorgo y algodón, y demás estas cabras fueron llevadas a diferentes sitios de pastoreo cada día, caminando aproximadamente 5 km diarios (Gaytán-Alemán *et al.*, 2014; Mellado *et al.*, 2012), al regreso del pastoreo, las cabras fueron alojadas en corrales abiertos ventilados y sujetos a las variaciones naturales del fotoperiodo. Antes del inicio del periodo experimental las cabras

fueron vitaminadas y desparasitadas, además de recibían agua y block de minerales a libre acceso. Todas las cabras de estudio tuvieron un periodo de adaptación a la suplementación de 5 días previos al periodo experimental.

3.2 Tratamiento de los animales

Las cabras se asignaron bajo un diseño completamente al azar a dos tratamientos dietarios: 1) cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de Café (PCaf) o cabras cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control), las cuales fueron suplementadas durante 21 días, la cual fue ofrecida diariamente de manera individual (8:00 am) durante todo el periodo experimental previo al pastoreo, además el sobrante de cada cabra fue pesado para determinar el consumo real por cada cabra.

3.3 VARIABLES EVALUADAS

3.3.1 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

Se registró el peso corporal de las hembras cada 7 días durante todo el periodo experimental. El peso vivo fue determinado por la mañana antes de que las hembras fueran alimentadas. Se utilizó una báscula digital con una capacidad de 400 kg y división de 0.1 kg (Torrey, Modelo Eqm-400). La condición corporal de las madres se evaluó a la par con el peso vivo mediante estimación de la masa muscular y grasa de la región lumbar descrito por (Walkden-Brown *et al.*, 1997), esta actividad fue evaluada por un mismo técnico durante todo el periodo experimental.

3.3.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LECHE.

La determinación de la composición de la leche se realizó previo (0 d), 7, 14 y 21 d para lo cual, fueron colectadas muestras (aprox. 50 mL) y posteriormente analizadas en un analizador de leche (Milk Scan). Además, se determinó la producción de leche de cada grupo, para lo cual se midió la producción durante tres días seguidos.

3.4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron mediante un ANOVA usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Las medias obtenidas de los parámetros de peso vivo, condición corporal, el porcentaje de grasa, proteína y lactosa fueron comparadas usando una prueba de *t- student*. Todos los datos fueron analizados usando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Las diferencias fueron consideradas significativas a un valor de $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

Los resultados en cuanto a PV y CC se muestran en la Figura 1. No se encontró diferencia en el PV y CC para ambos grupos.

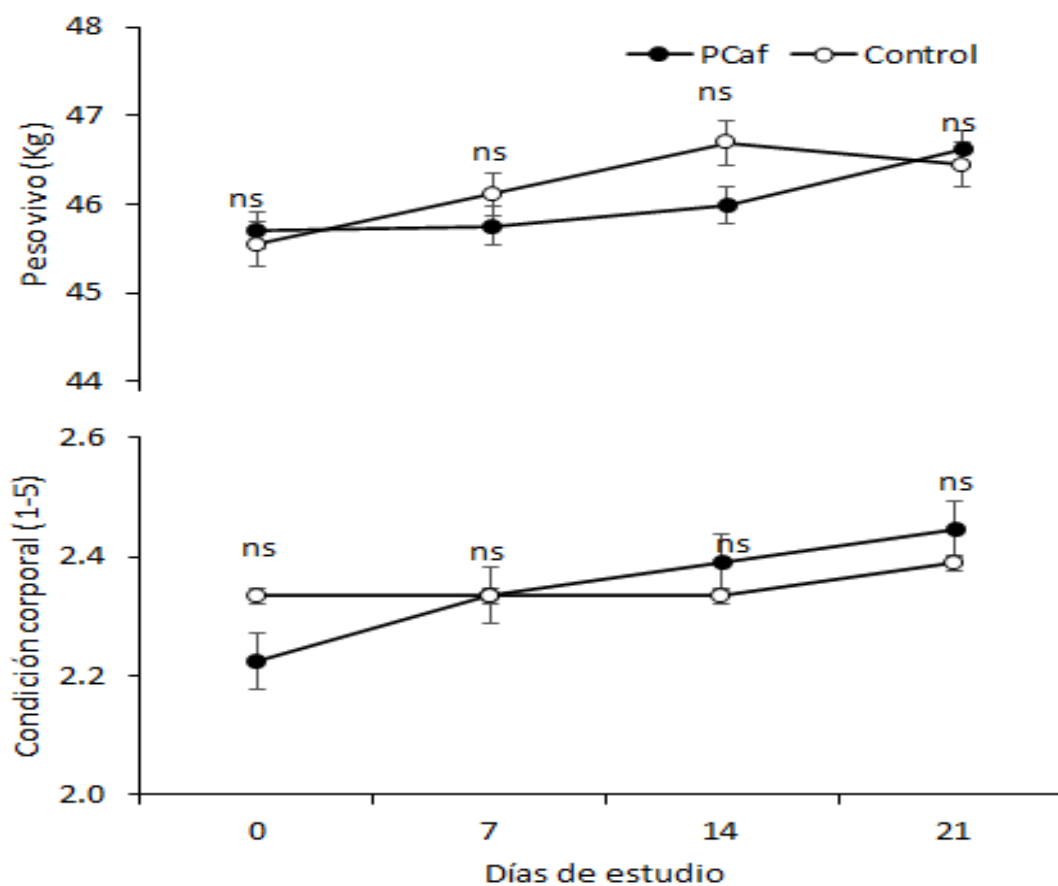


Figura 1 Medias (\pm EEM) del peso y condición corporal de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de Café (PCaf) o cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). MP= Medias previas al periodo de estudio, ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$
**significativo a $P = 0.01$

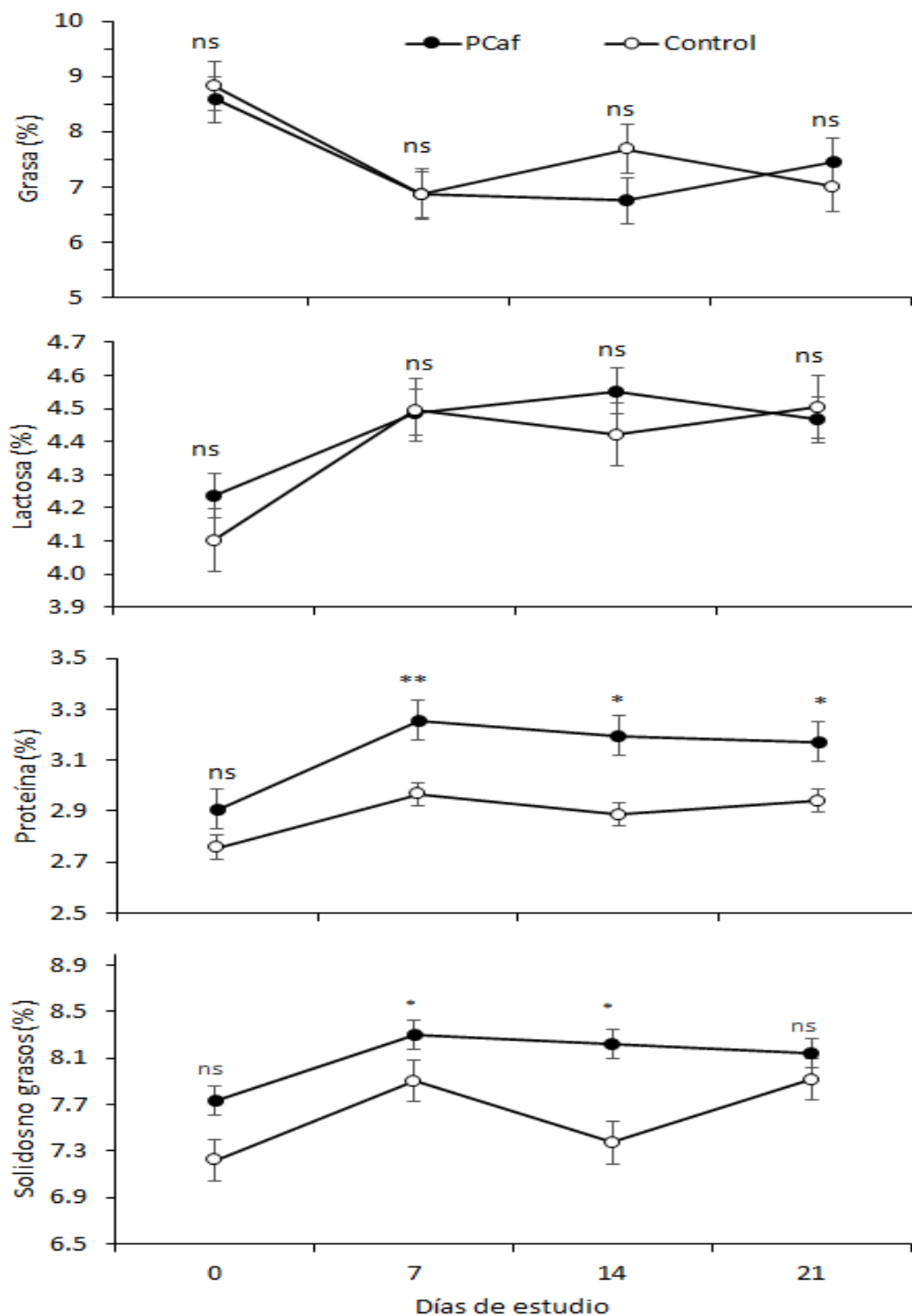


Figura 2 Medias (\pm EEM) para porcentaje de grasa, proteína y lactosa de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de café (PCaf) o cabras cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$, ** significativo a $P=0.01$

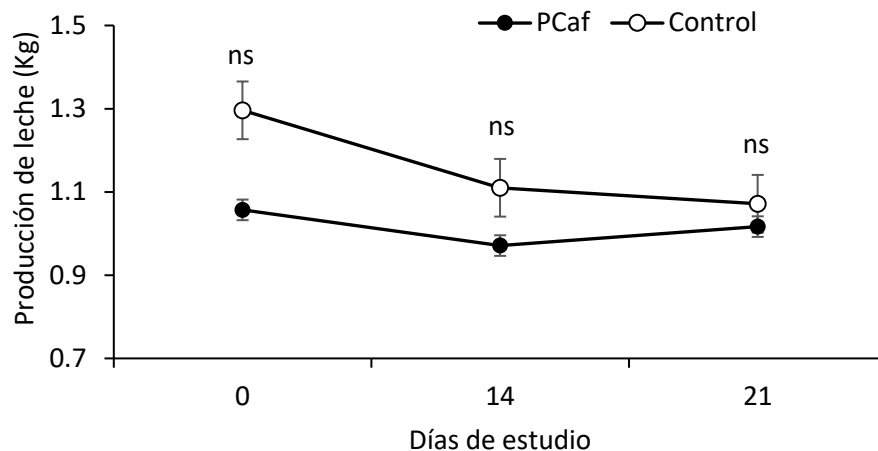


Figura 3 Medias (\pm EEM) para producción de leche de cabras suplementadas con 150g de concentrado comercial + 150g de pulpa de café (PCaf) o cabras cabras suplementadas con 100g de concentrado comercial (Control) durante 21d bajo condiciones de pastoreo (26°LN). ns= no significativo, *= significativo a $P \leq 0.05$, ** significativo a $P=0.01$

V. DISCUSIÓN.

El peso vivo y la condición corporal de las cabras suplementadas con pulpa de café en nuestro estudio no mostró diferencias entre grupos; es probable que lo anterior, es probable que la pulpa de café no afectó la palatabilidad de las cabras, ya que estos animales experimentales no recibían ninguna dieta balanceada, y además la cantidad ofrecida y el tiempo de suplementación. Lo anterior, es contrario a lo reportado por Choi *et al.* (2018) los que reportaron un efecto depresivo sobre la palatabilidad de la dieta y la ingesta diaria en ovejas suplementadas con un nivel del 10% de granos de café gastado. Sin embargo, nuestros resultados en cuanto al PV son semejantes a los reportados por Carta *et al.* (2022) que demuestran que las cabras suplementadas con granos de café molido no mostraron un efecto sobre el PV de los animales experimentales.

En contraste, resultados observados en ovinos y bovinos, cuando son alimentados con una mezcla de pulpa de café se logra un mayor peso vivo (Noriega *et al.*, 2009). Es probable que la concentración o cantidad de los subproductos de café tenga un efecto directo sobre el PV y producción de leche de los animales suplementados. Con respecto, al tiempo de suplementación con pulpa de café durante un periodo de 50 días demostró que el 15% de inclusión de pulpa de café no afectó el desarrollo de los corderos (Ferreira *et al.*, 2000; Noriega *et al.*, 2008). En cuanto a la cantidad ofrecida, se ha demostrado que cuando se utilizan cantidades que van desde los 50 a 100 gramos al día de granos de café utilizado no se han encontrado efectos negativos (Carta *et al.*, 2022).

Cabe mencionar que es probable que los resultados en cuanto a PV y CC se deban a que la suplementación con residuos de café no ha sido investigada a fondo, En efecto, el efecto de la suplementación con desechos de granos de café molido de una dieta de cabras, debido a que este subproducto no se usa comúnmente en la alimentación de animales debido a algunos de sus compuestos (melanoidinas, alcaloides, o polifenoles) que pueden reducir la palatabilidad de la dieta (Carta *et al.*, 2022).

Con respecto a la producción de leche nuestros resultados son similares a los reportados por Carta *et al.* (2022) en cabras suplementadas con residuos de café molido gastado no afectó la producción de leche en cabras. Nuestros resultados en cuanto al porcentaje de grasa, lactosa no se vieron afectados en nuestro grupo suplementado con pulpa de café. Además, la suplementación con granos de café molido gastado no influyó en el contenido de grasa y lactosa

de la leche. Sin embargo, nuestros resultados demuestran un efecto positivo en cuanto al porcentaje de proteína y sólidos en las cabras suplementadas con pulpa de café. Estos resultados son contrarios a los encontrados en cabras suplementadas con granos de café gastado que no se vio afectado el porcentaje de lactosa y proteína (Carta *et al.*, 2022).

Debido a los resultados encontrados en nuestro estudio, es necesario estudiar otros parámetros como antioxidantes y bioquímicos, especialmente con respecto a la optimización de la dosis de la suplementación.

VI. CONCLUSIÓN.

La suplementación alimenticia con pulpa de café podría ser una alternativa viable para mejorar la calidad de la leche, sin disminuir la producción de la leche en cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo.

.

VII. LITERATURA CITADA

- Abdel Fattah, S. M., Mohamed, H. K., & Mohamed, M. A. E. H. (2019). The Potential Protective Effect of Ferulic Acid against Gamma Irradiation Induced Ovarian Failure in Rats. *Egyptian Journal of Radiation Sciences and Applications*, 32(1), 1-12.
- Delgado, D. F. F., & Asensio, E. R. (2018). Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal. *Mundo Fesc*, 8(15), 73-82.
- Noriega Salazar, A., Silva Acuña, R., & García de Salcedo, M. (2008). Revisión: Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnia tropical*, 26(4), 411-419.
- Pajoy Tunubala, H. O. Evaluación de las ganancias de peso en cerdos alimentados con ensilaje de pulpa de café en la finca el Cabuyo de la vereda Alto Cañada del municipio de la Plata Huila.
- Alonso, R. L., de Lara, C. R., Rivero, L., Ruiz, A. E., Zapata, C. T., & Ullán, R. V. (2014). Aplicación de una nueva FAE en la liberación químico-enzimática de ácido ferúlico a partir de pulpa de remolacha. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR*, (19), 021-025.
- Anzaldo-Montoya, M. (2020). Entre la vulnerabilidad y la invisibilidad científica. Estudio sobre los aportes de las ciencias sociales a la investigación sobre ganadería caprina en México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(55).
- Arias, R. O., Muro, M. G., Boccanera, M., Trigo, M., Boyezuk, D. A., & Cordiviola, C. (2019). Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 118(1), 133-140.
- Contreras-Villarreal, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Angel-Garcia, O., Luna-Orozco, J. R., Carrillo, E., ... & Véliz-Deras, F. G. (2016). Reproductive performance of seasonally anovular

mixed-bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. *Animal Science Journal*, 87(6), 750-755.

Dragan, M., Stan, C. D., Iacob, A. T., Dragostin, O., & Profire, L. (2018). Ferulic acid: potential therapeutic applications. *The Medical-Surgical Journal*, 122(2), 388-395.

Escareño Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor López, F., Salinas, H., Sölkner, J., & Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 235-246.

Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal reproduction science*, 124(3-4), 211-219.

Figuroa-Pérez, M. G., Romero-Gómez, S. D. J., Ramos-Gómez, M., & Reynoso-Camacho, R. Propiedades De Los Compuestos Fenólicos Para El Control De La Glucosa. *Digit Ciencia@ Uaqro* [Internet]. 2016;(February 2017): 1–15.

Flórez Delgado, D. F., Capacho Mogollón, A. E., Quintero Muiño, S. M., & Gamboa Vera, K. Y. (2018). Efecto de la suplementación con ensilaje de naranja sobre la calidad de leche caprina.

González Ríos H., D. Gil Lozano y A. Berrondo Mir. 2013. Ferulic acid as a feed supplement in beef cattle to promote animal growth and improve the meat quality of the carcass and the meat. *Pub. No. US 2013/0041036 A1*. Patent application publication, E.U.A.

Herrera, J., Tinoco, J. C., & Orozco, K. E. (2012). Suplementación Grasa y su efecto sobre la Reproducción de Rumiantes. *Conferencias Magistrales*, 17.

Herrera, R. H., Castillo, M. L. A., & Torres, A. J. A. (2011). U.S. Patent Application No. 12/640,248.

Kumar, N. y Pruthi, V. (2014). Posibles aplicaciones del ácido ferúlico de origen natural. *Informes de biotecnología*, 4, 86-93.

- Luna-Orozco, JR, Meza-Herrera, CA, Contreras-Villarreal, V., Hernández-Macías, N., Angel-García, O., Carrillo, E., ... y Veliz-Deras, FG (2015) . Efectos de la suplementación durante la última etapa de la gestación sobre el rendimiento y el comportamiento de las cabras en condiciones de pastizales. *Revista de ciencia animal* , 93 (8), 4153-4160.
- Macias-Cruz, U., Vicente-Perez, R., Lopez-Baca, M. A., Gonzalez-Rios, H., Correa-Calderon, A., Arechiga, C. F., & Avendano-Reyes, L. (2018). Effects of dietary ferulic acid on reproductive function and metabolism of pre-pubertal hairbreed ewes during the anestrus season. *Theriogenology*, 119, 220-224.
- Maldonado-Jaquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Hernández-Mendo, O., Pastor-Lopez, F. J., Isidro-Requejo, L. M., Salinas-González, H., & Torres-Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova scientia*, 9(18), 55-75.
- Mancuso, C., & Santangelo, R. (2014). Ferulic acid: pharmacological and toxicological aspects. *Food and Chemical Toxicology*, 65, 185-195.
- Mellado, M., Rodríguez, I. J., Alvarado-Espino, A., Véliz, F. G., Mellado, J., & García, J. E. (2020). reproductive response to concentrate supplementation of mixed-breed goats on rangeland. *Tropical animal health and production*, 1-5.
- Mogedas Moreno, M. (2016). Sincronización de la ovulación y el ciclo inducido por el efecto " macho" mediante la administración de progesterona por vía intravaginal en cabras en período de anestro estacional.
- Molina, F. A. A., Pardo, B., Sánchez, M., López, M. D., & Marín, C. C. P. (2012). Factors influencing the success of an artificial insemination program in Florida goats. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (2), 338-344.
- Montemayor, H. A. (2017). Producción de caprino en México. *Tierras. Caprino*, (18), 28-31.

- Monroy, L. I. V., Jaquez, J. A. M., Gerardo, F., Deras, V., & González, H. S. (2013). La condición corporal en las cabras anestricas influye en la respuesta estral al efecto macho. *AGROFAZ*, 13(3).
- Murphy, C. J., Tang, H., Van Kirk, E. A., Shen, Y., & Murdoch, W. J. (2012). Reproductive effects of a pegylated curcumin. *Reproductive toxicology*, 34(1), 120-124.
- Orona Castillo, I., Sangerman-Jarquín, D. M., Antonio-González, J., Salazar Sosa, E., García Hernández, J. L., Navarro-Bravo, A., & Schwentesius de Rindermann, R. (2013). Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(4), 626-636.
- Ou, S., & Kwok, K. C. (2004). Ferulic acid: pharmaceutical functions, preparation and applications in foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(11), 1261-1269.
- PALECHOR, J. A. A. (2019). Efecto del estrés nutricional sobre la función lútea post-servicio en cabras inducidas a ovular durante el anestro estacional.
- Pérez-Clariget, R., Garese-Raffo, J. A., Fleischmann-Techera, R., Ganzábal-Planinich, A., & González-Stagnaro, C. (2012). Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Revista Científica*, 22(3), 245-251.
- Quiroz-Cardoso, F., Rojas-Hernández, S., Olivares-Pérez, J., Hernández-Castro, E., Jiménez-Guillén, R., Córdova-Izquierdo, A., ... & Abdel-Fattah, S. (2015). Composición nutricional, consumo e índices de palatabilidad relativa de los frutos de tres acacias en la alimentación de ovejas y cabras. *Archivos de medicina veterinaria*, 47(1), 33-38.
- Salvador, A., Hernandez, R., Díaz, T., & Betancourt, R. (2011). Respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Población ganadera. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción [en línea]. En: SIAP. (20 de julio de 2020). <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- Silva-Jarquín, J.C., Andrade-Montemayor, H.M., Vera-Ávila, H.R., Durán-Aguilar, M., Román-Ponce, S.I., Landi, V., ... y BioGoat, C. (2019). Diversidad y estructura genética en cabras Criolla Negra en Querétaro, México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 10 (4), 801-818.
- Soto Casas, I. F. (2017). Efecto del ácido ferulico sobre el pH ruminal, consumo, flujo y digestibilidad de nutrientes de vaquillas en finalización (doctoral dissertation, universidad autónoma de chihuahua)
- Torres, E. F. P. (2014). Efecto de la suplementación de ácido ferulico y ferulato de etilo en el comportamiento productivo y calidad de la carne de bovinos. *MC tesis, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora, México.*
- Uribe-Velásquez, L. F., Gutiérrez, C., Carreno, E. E., Izquierdo, J. H., Lenz, M. I., & Botero, S. A. (2011). Reutilización del dispositivo de progesterona (CIDR) asociado con protocolos de corta duración en cabras. *Vet Zootec*, 5(1), 39-46.
- Valadez-García, K. M., Avendaño-Reyes, L., Díaz-Molina, R., Mellado, M., Meza-Herrera, C. A., Correa-Calderón, A., & Macías-Cruz, U. (2021). Free ferulic acid supplementation of heat-stressed hair ewe lambs: Oxidative status, feedlot performance, carcass traits and meat quality. *Meat Science*, 173, 108395.
- Vázquez, B. A. C., Valverde, B. R., Vargas, A. C., & Juárez, J. R. (Eds.). (2017). Globalización, seguridad alimentaria y ganadería familiar. Universidad Autónoma Chapingo.
- Vergara Hernández, H. P. (2015). Suplementación de Glutamato y Función Reproductiva en Cabras Primíparas durante el periodo de transición al Anestro estacional.

- Zhao, Z., & Moghadasian, M. H. (2008). Chemistry, natural sources, dietary intake and pharmacokinetic properties of ferulic acid: A review. *Food Chemistry*, *109*(4), 691-702.
- Zapata-Campos, C. C., & Mellado-Bosque, M. Á. (2021). La cabra: selección y hábitos de consumo de plantas nativas en agostadero árido. *CienciaUAT*, 169-185.
- Jáuregui, A. M. M., & Escudero, F. R. (2007). Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales. *Horizonte Médico*, *7*(1), 23-31.
- Zduńska, K., Dana, A., Kolodziejczak, A., & Rotsztejn, H. (2018). Antioxidant properties of ferulic acid and its possible application. *Skin pharmacology and physiology*, *31*(6), 332-336.
- Yen HW, Jakimiuk AJ, Munir I, Magoffin DA. Selective alterations in insulin receptor substrates-1, -2 and -4 in theca but not granulosa cells from polycystic ovaries. *Mol Hum Reprod* 2004;10:473–9.
- Williams SA, Blache D, Martin GB, Foot R, Blackberry MA, Scaramuzzi RJ. Effect of nutritional supplementation on quantities of glucose transporters 1 and 4 in sheep granulosa and theca cells. *Reproduction* 2001;122:947–56.